

# Usulan Perawatan Mesin Compressor Unit C Dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Di PT.XYZ

Yanuar Hafid Nuraidin<sup>1</sup>, Faula Arina<sup>2</sup>, Putro Ferro Ferdinant<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup>Jurusan Teknik Industri Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

[yanuarhafid90@yahoo.com](mailto:yanuarhafid90@yahoo.com)<sup>1</sup>, [faula\\_arina@ft-untirta.ac.id](mailto:faula_arina@ft-untirta.ac.id)<sup>2</sup>, [putro.ferro@untirta.ac.id](mailto:putro.ferro@untirta.ac.id)<sup>3</sup>

## ABSTRAK

PT. XYZ adalah suatu perusahaan yang memproduksi coil untuk memproduksi coil tersebut dibutuhkan beberapa tenaga pendukung salah satunya tenaga udara untuk mendukung produksinya coil tersebut. Udara tersebut dihasilkan dari mesin compressor yang harus selalu beroperasi selama 24 jam penuh selama satu hari sehingga bila tidak dilakukannya kegiatan perawatan atau pencegahan kerusakan pada mesin akan mengakibatkan terhambatnya proses produksi coil. Mesin compressor yang sering mangalami kerusakan adalah mesin compressor unit C. Oleh karena itu tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengoptimalkan kinerja mesin compressor unit C dengan mencari penyebab terjadinya kegagalan fungsi pada mesin yang diakibatkan oleh komponen kritis dan sub komponennya, mencari nilai availabilitas serta perbaikan program perawatan pada komponen kritis untuk meminimasi kegagalan pada mesin. Upaya yang dilakukan untuk memperbaikinya yaitu dengan menggunakan metode Reliability Centered Maintenance (RCM) yang mengaplikasikan Grey FMEA dalam menentukan prioritas perbaikan. RCM sebagai suatu proses yang digunakan untuk menentukan apa yang seharusnya dilakukan untuk menjamin suatu sistem dapat berjalan dengan baik sesuai dengan fungsi yang diinginkan oleh pengguna. Setelah dilakukannya penerapan metode RCM pada mesin diperoleh kegagalan fungsi yang terjadi pada mesin compressor unit C yaitu pada komponen pompa LP & HP dan sub komponennya yaitu bearing. Dengan mengetahui komponen serta sub komponen yang kritis bisa memfokuskan dalam perawatannya, sedangkan nilai availabilitas mesin dalam satu tahun didapat nilai sebesar 98,9% dan program perawatan untuk meminimasi kegagalan pada komponen bearing pada mesin yaitu diperoleh Schedule On Condition Task..

**Kata kunci:** Ketersediaan, Grey FMEA, Perawatan, Reliability Centered Maintenance

## ABSTRACT

PT. XYZ is a company that produces coil to produce the coil support personnel needed some air force one of them to support the output coil. The air generated from the engine compressor must always operate for 24 hours during the day so if you do not care or prevention activities dilakukannya damage to the engine will result in delays in the production process coil. Compressor engines often mangalami damage the engine compressor unit is C. Therefore, the purpose of this study was to optimize the performance of the engine compressor unit C by finding the cause of the malfunction of the machine caused by the critical components and sub-components, find the value of the availability and improvement program maintenance on critical components to minimize the failure on the machine. Efforts are being made to fix it is by using the methods of Reliability Centered Maintenance (RCM), which apply Grey FMEA in determining repair priorities. RCM as a process used to determine what should be done to ensure the system can run well in accordance with the functions desired by users, Following the application of the RCM method on the machine derived malfunction occurred in the engine compressor unit C is the LP pump components & HP and sub-components, namely bearings. By knowing the components and sub-components that are critical to focus on treatment, while the value of the availability of the machine in one year obtained a value of 98.9% and a maintenance program to minimize the failure of the bearing components on the machine that is derived Schedule Task On Condition

**Keywords:** Availability, Grey FMEA, Maintenance, Reliability Centered Maintenance

## PENDAHULUAN

Seiring berkembangnya industri yang ada sekarang membuat persaingan semakin ketat. Hal ini membuat setiap industri harus selalu meningkatkan hasil produksinya, baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Peningkatan kualitas maupun kuantitas akan terwujud jika dalam proses produksi tidak terdapat masalah-masalah, dalam hal ini untuk mewujudkan eksistensi suatu pencapaian perusahaan yang telah dirancang dalam perencanaan strategi dan perencanaan teknis atau operasional bisnisnya, khususnya untuk perusahaan yang bersangkutan dengan permesinan dalam proses produksinya, akan bergantung pada tingkat efektifitas mesin tersebut dalam proses produksi. Investasi mesin dan sarana yang besar di banyak negara, saat ini kurang dapat memenuhi harapan mereka akan produksi akibat kurangnya *maintenance*. Kelancaran proses produksi didukung dengan keandalan dari mesin-mesin yang digunakan. Oleh karena itu perlu adanya perencanaan *maintenance* yang sesuai untuk mesin dan mampu meminimasi pengeluaran biaya. Rusaknya mesin dapat menghambat kelancaran untuk mendukung proses produksi terlebih jika hal ini terjadi secara mendadak karena akan menghambat rencana proses produksi yang sebelumnya sudah direncanakan. Dalam menangani mesin yang rusak secara mendadak perlu melakukan perawatan mesin (*preventive maintenance*). Rencana ini bisa berupa pengecekan mesin-mesin setiap hari ataupun dapat berupa penggantian komponen apabila sudah habis umur pakai komponen. Dalam penggantian komponen hendaknya dapat direncanakan agar mengurangi kerusakan mesin mendadak (*failure maintenance*). Namun masih banyaknya penerapan penggantian komponen setelah rusak yang dapat menyebabkan *downtime* yang menghambat kelancaran proses produksi. Hal ini disebabkan karena berbedanya kebijakan masing-masing perusahaan yang memiliki konsep yang berbeda pula.

PT. XYZ merupakan perusahaan industri baja terbesar di Asia Tenggara yang memproduksi Besi *Spons*, *Slab* Baja, Baja Lembaran Panas, Baja Lembaran Dingin, dan Baja Batang kawat. Pada PT. XYZ terdapat divisi yang memproduksi baja lembaran dingin yaitu divisi *Cold Rolling Mill* (CRM), pada divisi ini untuk proses dan produksinya masih ada mesin yang menggunakan tenaga angin (*pneumatik*) sebagai sumber energi yang dihasilkan dari *plant air compressor*. Seperti mesin *table* untuk naik turunnya roll coil, mesin benning untuk pengepakan, instrumen mesin yang hanya beroperasi menggunakan udara, sistem *pneumatik* produksi, pembakaran untuk boiler, proses pembuatan gas, pengolahan limbah dan masih banyak lainnya. Pada *plant air compressor* yang ada pada divisi *Cold Rolling Mill* terdapat enam unit mesin *compressor* yaitu mesin *compressor* tipe Atlas Corpo unit A,B,C,D, dan E kemudian mesin tipe *compressor* Centak unit F yang mendukung proses produksinya baja lembaran dingin. Untuk itu perlu adanya perawatan yang dilakukan pada mesin sehingga dapat mencegah mesin mengalami kerusakan saat beroperasi, metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) yang mengaplikasikan *Grey FMEA* dalam menentukan prioritas perbaikan dapat memperoleh perencanaan

perawatan yang lebih optimal dan dari data yang diperoleh mesin *compressor* yang paling banyak mengalami *breakown* dan *downtime* terbesar yaitu mesin *compressor* unit C, sehingga mesin *compressor* unit C menjadi perhatian utama dalam penelitian ini dan nantinya dapat menjaga kinerja mesin tetap baik dan meminimalkan terjadinya *breakdown* dan *downtime* pada mesin tersebut. Jika ada mesin *compressor* mengalami kerusakan atau gagalnya beroperasi saat terjadinya proses produksi baja lembaran dingin dalam keadaan beban tinggi maka akan menghambat proses produksi. Oleh karena itu untuk mengurangi terjadinya kegagalan serta untuk mengukur keandalan (*reliability*) dan ketersediaan (*availabiitas*) *compressor* perlu melakukan perawatan mesin.

Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) merupakan suatu proses yang digunakan untuk menentukan apa yang harus dilakukan agar setiap asset fisik dapat terus melakukan apa yang diinginkan oleh penggunaannya dalam konteks operasionalnya (Moubray, 1997). Keuntungan metode RCM adalah meminimasi peluang kegagalan mesin secara mendadak, memfokuskan kegiatan perawatan pada komponen – komponen kritis, dan meningkatkan *reliability* komponen. Menurut Frampton, persentase *downtime* mesin yang ideal adalah dibawah 3% (Frampton,2001) sedangkan metode *Grey FMEA* digunakan untuk menganalisis jenis kegagalan yang menjadi prioritas utama yang terjadi pada sub komponen mesin, karena dalam penerapannya *grey theory* dalam *FMEA* mampu menentukan bobot yang berbeda untuk masing-masing faktor dan tidak memerlukan fungsi utilitas apapun. Selain itu juga *grey FMEA* dapat digunakan untuk menganalisis kegagalan dengan sumber data yang tidak lengkap. Penelitian ini menggunakan metode RCM yang mengaplikasikan *Grey FMEA*. Metode RCM digunakan untuk meningkatkan kehandalan mesin dan menentukan interval perawatan mesin. Dengan menggunakan metode RCM, diharapkan dapat mengurangi waktu *downtime* pada mesin *compressor* yang terjadi pada PT. XYZ. Dengan adanya penelitian ini maka diharapkan membantu perusahaan dalam pencegahan kerusakan dan juga memberikan informasi terhadap penyebab kerugian mesin sehingga perusahaan dapat meningkatkan keandalan mesin saat ini dan sebagai upaya peningkatan produktivitas mesin terutama pada mesin *compressor* unit C di masa yang akan datang.

Adapun tujuan dari penelitian ini terdiri dari 3 yaitu menentukan komponen dan sub komponen kritis pada mesin *compressor* unit C, mengetahui tingkat availabilitas mesin *compressor* unit C, dan membuat usulan perawatan pada komponen kritis untuk meminimasi kegagalan berdasarkan RCM II *decision work sheet*.

## METODE PENELITIAN

Tahap pertama, Studi Lapangan penulis melakukan analisa terlebih dahulu pada data yang didapat, kemudian data diolah agar data yang didapat benar-benar mewakili. Tahap berikutnya, Studi Literatur, penulis melakukan beberapa pencarian referensi dan sumber aktual yang menjadi panduan dalam penelitian.

Tahap berikutnya, Perumusan Masalah, agar penelitian ini dapat lebih terarah. Dalam hal ini, perumusan masalah juga merumuskan data apa saja yang dapat diolah maupun dianalisa. Tahap berikutnya, Tujuan Penelitian, penulis menjabarkan tujuan dari pembuatan Penelitian ini yaitu memberikan metode penyelesaian terhadap perumusan masalah yang telah dirumuskan. Tahap berikutnya, Pengumpulan Data, data yang telah didapat, akan dikelompokkan menjadi pengumpulan data sesuai dengan metode yang digunakan.

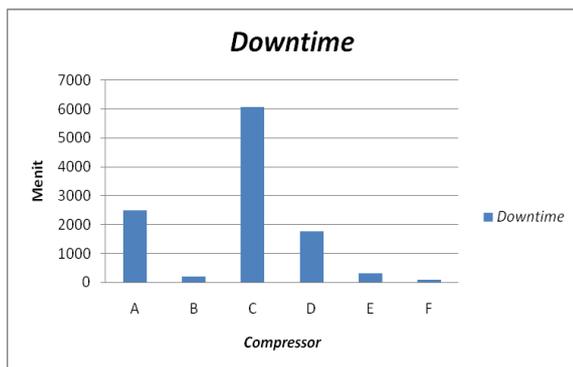
Tahap berikutnya, Pengolahan Data, data yang diperoleh dapat diolah sesuai dengan metode penelitian yang digunakan, kemudian hasil yang diperoleh dapat menjelaskan tentang permasalahan yang ada. Pengolahan data pertama yaitu penentuan komponen dan sub komponen kritis dengan menggunakan metode RCM selanjutnya menghitung selang waktu antar kerusakan yang terjadi pada komponen serta sub komponen selanjutnya menghitung distribusi sesuai index of fit terbesar atau pemilihan distribusi kemudian pengujian kesesuaian distribusi digunakan untuk lebih akuratnya dalam uji kesesuaian distribusi selanjutnya perhitungan parameter MTTR dan MTBF untuk perhitungan penentuan avaiabilitas mesin dan usulan perbaikan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Reliability Centered Maintenance

Beberapa langkah dalam tahapan *Reliability Centered Maintenance*, yaitu :

1. Seleksi sistem dan pengumpulan informasi  
Berdasarkan hasil pengumpulan data, maka sistem yang dipilih adalah sistem yang memiliki kriteria total frekuensi kerusakan dan *downtime* terbesar yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram kerusakan mesin PT. XYZ

### 2. Pendefinisian Batasan Sistem

Definisi batasan sistem terdiri dari komponen mesin *compressor* unit C. Batasan sistem komponen terdiri dari *star with* dan *terminate with* dapat dilihat pada tabel 1. Ketika *swith* dihidupkan pada *contol panel* motor mulai berfungsi mengakibatkan terjadinya perputaran shaft dan memindahkan daya ke pompa pada saat itu juga pompa oli berfungsi.

### 3. Deskripsi Sistem

Berdasarkan penjabaran sistem ke dalam subsistem maka dapat dibentuk suatu *System Work Breakdown*

*Structure* (SWBS). Dalam SWBS, kita menjabarkan komponen-komponen utama yang berhubungan dengan fungsi sistem.

Tabel 1. Batasan Sistem

Komponen	Batasan Fisik Primer	
	Star With	Terminate With
Pompa LP & HP	Coupling shaft bergerak	Hasil putaran shaft membuat gear bergerak dan blade pompa berputar
Control Panel	Switch on dinyalakan dan arus listrik mengalir ke contactor dan selenoid valve	Contactor penghubung koneksi kabel
		Selenoid valve menghubungkan koneksi kabel
Oil Box	Pompa oli beroperasi	Oli mendinginkan mesin
Motor	Transmisi daya motor di transmisikan menggunakan karet coupling	Hasil trasmisi motor menggerakkan pompa Lp & hp

Tabel 2. System Work Breakdown Structure

Kode	Komponen	Kode	Sub Komponen
A	Pompa LP & HP	A.1	Bearing
		A.2	Paking pompa
B	Control Panel	B.1	Contactor
		B.2	Selenoid Valve
C	Oil Box	C.1	Paking Oil Box
		C.2	Pipa
D	Motor	D.1	Bearing
		D.2	Lilitan Tembaga
		D.3	Coupling

### 4. Fungsi sistem dan kegagalan fungsi

Berdasarkan SWBS untuk setiap subsistem dapat dikembangkan uraian fungsi dan kemungkinan kegagalan fungsi dari setiap subsistem *compressor*.

Tabel 3. Fungsi Sistem dan Kegagalan Fungsi

No. Fungsi	No. Kegagalan Fungsi	Uraian Fungsi atau Kegagalan Fungsi
A.1	A.1.1	Bearing pompa miss alignment atau aus menyebabkan tidak berfungsinya putaran pompa dengan baik
A.2	A.1.2	Terjadinya kebocoran pada pompa
B.1	B.1.1	Contactor terbakar dan trip mengakibatkan tidak berfungsinya pemindahan mesin
	B.1.2	Contactor trip mengakibatkan tidak berfungsinya pemindahan daya dan pompa

Tabel 4. Fungsi Sistem dan Kegagalan Fungsi

No. Fungsi	No. Kegagalan Fungsi	Uraian Fungsi atau Kegagalan Fungsi
B.2	B.2.1	Solenoid valve terbakar mengakibatkan pompa tidak bisa menambah kecepatan putaran
	B.2.1	Solenoid valve terbakar mengakibatkan pompa tidak bisa menambah kecepatan putaran
C.1	C.1.1	Paking oil box sobek mengakibatkan kebocoran dan mengurangi pendinginan pada mesin
C.2	C.1.2	Tidak terkirimnya oli untuk pendinginan
D.1	D.1.2	Tidak berputarnya poros shaft
D.2	D.2.1	Tidak berputarnya berfungsinya motor
D.3	D.3.1	Tidak bisa mentransimikan daya yang diberikan motor

5. Grey Failure Mode and Effect Analysis

Setelah mendapatkan sub komponen kritis dengan diagram pareto , maka langkah selanjutnya membuat Failure Mode Effects And Analysis (FMEA) yaitu membuat pembobotan pada Severity (tingkat bahaya), Occurrence (tingkat kejadian) dan Detectability (tingkat deteksi) didapatkan adalah menghitung besarnya nilai Risk Priority Number (RPN). RPN merupakan produk matematis dari keseriusan effect (severity), kemungkinan terjadinya cause akan menimbulkan kegagalan yang berhubungan dengan effect (occurrence), dan kemampuan untuk mendeteksi kegagalan sebelum terjadi (detection). yang digunakan sebagai input perhitungan grey FMEA.

Tabel 5. Diagram FMEA Sub Komponen Compressor Unit C

Komponen Utama	Sub Komponen	Jenis Kegagalan	Bobot			RPN
			Sec	Occ	Det	
Pompa LP &HP	Bearing	Bearing Pompa Miss Alignment dan Aus	9	4	4	144
	Paking	Paking Air Condensat Sobek	6	3	4	72
Control Panel	Contactor	Contactor Terbakar	7	6	2	84
		Contactor LP Stage Trip	6	2	3	36
	Solenoid Valve	Solenoid Valve Bocor	6	7	2	84
		Solenoid Valve Terbakar	6	7	3	126
Oil Box	Paking	Paking Oil Box Sobek	7	4	4	112
	Pipa	Pipa Oil Box Bocor	6	2	6	72
Motor	Bearing	Bearing Motor Aus dan Miss Alignment	9	3	2	54
	Lilitan Tembaga	Lilitan Tembaga Motor Terbakar	10	3	2	60
	Coupling	Karet Kopleng Sobek	6	2	2	24

Dari pembobotan FMEA diatas maka dapat dijadikan sebagai input dalam perhitungan grey FMEA, perhitungan dilakukan dengan beberapa langkah yaitu sebagai berikut:

- 1) Membangun seri perbandingan  
Pada tahap ini adalah memasukkan nilai severity, occurrence, dan detection pada masing-masing tipe kecacatan

$$X^T = \begin{matrix} & \begin{matrix} 9 & 4 & 4 \\ 6 & 3 & 4 \\ 7 & 6 & 2 \\ 6 & 2 & 3 \\ 6 & 7 & 2 \\ 6 & 7 & 3 \\ 7 & 4 & 4 \\ 6 & 2 & 6 \\ 9 & 3 & 2 \\ 10 & 3 & 2 \\ 6 & 2 & 2 \end{matrix} \end{matrix}$$

- 2) Menetapkan seri standar  
Standar yang ditetapkan adalah nilai terkecil yang terdapat pada severity, occurrence, dan detection yaitu 2.

$$X_0 = (2 \ 2 \ 2)$$

- 3) Mencari perbedaan antara seri standar dan seri perbandingan  
Pada tahap ini dilakukan dengan mengurangi nilai dari seri perbandingan dengan seri standar. Maka hasilnya adalah:

$$\begin{matrix} \Delta_{01} (1) = 7 & \Delta_{01} (2) = 2 & \Delta_{01} (3) = 2 \\ \Delta_{02} (1) = 4 & \Delta_{02} (2) = 1 & \Delta_{02} (3) = 2 \\ \Delta_{03} (1) = 5 & \Delta_{03} (2) = 4 & \Delta_{03} (3) = 0 \\ \Delta_{04} (1) = 4 & \Delta_{04} (2) = 0 & \Delta_{04} (3) = 1 \\ \Delta_{05} (1) = 4 & \Delta_{05} (2) = 5 & \Delta_{05} (3) = 0 \\ \Delta_{06} (1) = 4 & \Delta_{06} (2) = 5 & \Delta_{06} (3) = 1 \\ \Delta_{07} (1) = 5 & \Delta_{07} (2) = 2 & \Delta_{07} (3) = 2 \\ \Delta_{08} (1) = 4 & \Delta_{08} (2) = 0 & \Delta_{08} (3) = 4 \\ \Delta_{09} (1) = 7 & \Delta_{09} (2) = 1 & \Delta_{09} (3) = 0 \\ \Delta_{10} (1) = 8 & \Delta_{10} (2) = 1 & \Delta_{10} (3) = 0 \\ \Delta_{11} (1) = 4 & \Delta_{11} (2) = 0 & \Delta_{11} (3) = 0 \end{matrix}$$

- 4) Menghitung koefisien relasional grey dan derajat hubungan grey  
Pada langkah keempat ini yang dilakukan adalah mencari koefisien grey, Nilai pada  $\Delta_{max}$  diperoleh dari bobot terbesar yaitu 8 dan nilai pada  $\Delta_{min}$  diperoleh dari bobot terkecil yaitu 0,  $\zeta$  adalah berupa identifikasi, hanya mempengaruhi nilai relatif dari resiko tanpa mengubah prioritas. Nilai yang biasanya digunakan adalah 0,5. Maka diperoleh hasil sebagai berikut :

$\gamma_{01} (1) = 0,364$	$\gamma_{01} (2) = 0,667$	$\gamma_{01} (3) = 0,667$
$\gamma_{02} (1) = 0,500$	$\gamma_{02} (2) = 0,800$	$\gamma_{02} (3) = 0,714$
$\gamma_{03} (1) = 0,444$	$\gamma_{03} (2) = 0,500$	$\gamma_{03} (3) = 0,714$
$\gamma_{04} (1) = 0,500$	$\gamma_{04} (2) = 1,000$	$\gamma_{04} (3) = 0,333$
$\gamma_{05} (1) = 0,500$	$\gamma_{05} (2) = 0,444$	$\gamma_{05} (3) = 0,714$
$\gamma_{06} (1) = 0,500$	$\gamma_{06} (2) = 0,444$	$\gamma_{06} (3) = 0,714$
$\gamma_{07} (1) = 0,444$	$\gamma_{07} (2) = 0,667$	$\gamma_{07} (3) = 0,556$
$\gamma_{08} (1) = 0,500$	$\gamma_{08} (2) = 1,000$	$\gamma_{08} (3) = 0,385$
$\gamma_{09} (1) = 0,364$	$\gamma_{09} (2) = 0,800$	$\gamma_{09} (3) = 0,556$
$\gamma_{10} (1) = 0,333$	$\gamma_{10} (2) = 0,800$	$\gamma_{10} (3) = 1,000$
$\gamma_{11} (1) = 0,500$	$\gamma_{11} (2) = 1,000$	$\gamma_{11} (3) = 1,000$

- 5) Menghitung derajat hubungan *grey*  
Langkah kelima dilakukan untuk mengetahui nilai prioritas untuk masing – masing komponen :

$\Gamma_{01} = 0,566$	$\Gamma_{07} = 0,593$
$\Gamma_{02} = 0,656$	$\Gamma_{08} = 0,667$
$\Gamma_{03} = 0,648$	$\Gamma_{09} = 0,721$
$\Gamma_{04} = 0,767$	$\Gamma_{10} = 0,711$
$\Gamma_{05} = 0,648$	$\Gamma_{11} = 0,833$
$\Gamma_{06} = 0,581$	

Mengurutkan tingkat resiko berdasarkan prioritas. Berdasarkan pengolahan data yang dilakukan maka didapat perbandingan mulai dari hasil terkecil dari ke-11 faktor penyebab tersebut adalah sebagai berikut :

Nilai Derajat Hubungan	Derajat Hubungan	Ranking
0,566	$\Gamma_{01}$	1
0,581	$\Gamma_{06}$	2
0,593	$\Gamma_{07}$	3
0,648	$\Gamma_{03}$	4
0,648	$\Gamma_{05}$	5
0,656	$\Gamma_{02}$	6
0,667	$\Gamma_{08}$	7
0,711	$\Gamma_{10}$	8
0,721	$\Gamma_{09}$	9
0,767	$\Gamma_{04}$	10
0,833	$\Gamma_{11}$	11

Maka didapat prioritas pertama merupakan prioritas dengan derajat hubungan terkecil yaitu  $\Gamma_{01}$  karena memiliki koefisien terkecil sebesar 0,566 dimana yang menjadi prioritas resiko utama adalah gangguan pada Bearing pompa mengalami kerusakan karena bearing aus atau kurangnya pelumasan, *miss alignment*. karena adanya vibrasi tinggi atau faktor usia komponen bearing.

- 6) Pemilihan Tindakan  
Pemilihan tindakan merupakan tahap terakhir dari proses RCM. Dari tiap mode kerusakan dibuat daftar tindakan yang mungkin untuk dilakukan dan selanjutnya memilih tindakan yang paling efektif. Berdasarkan langkah – langkah sebelumnya yang telah dilakukan, maka diperoleh komponen yang paling kritis yang tergolong *time directed maintenance* atau kegiatan perawatan yang dilakukan berdasarkan variabel waktu. Komponen yang tergolong *time directed* adalah Pompa LP & HP serta sub komponennya yaitu bearing.

### Perhitungan Tingkat Availabilitas

Perhitungan nilai availabilitas mesin *compressor* unit C terdiri dari beberapa langkah, yaitu sebagai berikut:

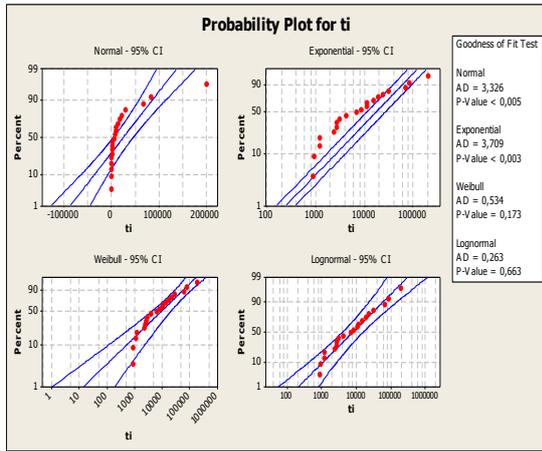
- 1) Pemilihan distribusi Probabilitas  
Pada perhitungan ini dilakukan secara manual dan menggunakan software minitab 16. Langkah awal yang dilakukan yaitu menentukan pola distribusi kegagalan sub komponen *compressor* dengan melakukan pengujian terhadap distribusi normal, distribusi lognormal, distribusi eksponensial dan distribusi *weibull*. Pemilihan distribusi dilakukan dengan memilih distribusi yang memiliki nilai *index of fit* tertinggi. *Index of fit* digunakan untuk mengetahui distribusi yang saling sesuai dimana nilai koefisien korelasinya mendekati +1.

Tabel 6. Nilai *Index of fit*

Distribusi	Manual	Minitab 16
Normal	0,729	0,729
Eksponensial	0,904	*
Weiibul	0,940	0,940
Log Normal	0,984	0,984

Berdasarkan Tabel 5 diatas dapat diketahui bahwa distribusi *Lognormal* memiliki nilai *index of fit* terbesar sehingga didapat bahwa data kegagalan mesin *compressor* unit C berdistribusi *Lognormal*. Dalam analisis reliabilitas, distribusi lognormal sering digunakan untuk memodelkan waktu untuk memperbaiki sebuah sistem yang dapat dirawat.

- 2) Pengujian Hipotesa  
Berdasarkan perhitungan *Index Of Fit* (Uji Kebaikan Suai) didapatkan nilai terbesar adalah dengan menggunakan distribusi Lognormal. Namun selanjutnya agar uji yang dihasilkan lebih akurat maka uji kesesuaian distribusi (*Goodness Of Fit test*) dilakukan dengan menggunakan software Minitab 16. Pengujian dikatakan sesuai dan mengikuti suatu distribusi tertentu jika menghasilkan *P-value* nilainya lebih besar dari nilai  $\alpha$ , ataupun menghasilkan nilai *Anderson-Darling* terkecil



Gambar 2. Goodness Of Fit

Dari hasil perhitungan *Goodness Of Fit* dengan menggunakan *software* Minitab 16, didapatkan *P-value* terbesar dan nilai *Anderson-Darling* terkecil adalah menggunakan distribusi Lognormal ( *P-value* = 0,663 ; *AD* = 0,263 ). Serta menghasilkan nilai *P-value* yang lebih besar dari nilai  $\alpha = 0,05$ . Maka selanjutnya untuk perhitungan parameter dan *MTBF compressor* unit C menggunakan distribusi Lognormal.

### 3) Parameter Distribusi Lognormal

Berdasarkan pengujian distribusi yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa probabilitas kegagalan sub komponen berdistribusi *lognormal*, Parameternya sebagai berikut :

$$\mu = \bar{t}_i = \sum_{i=1}^n \frac{\ln t_i}{n} \quad (1)$$

$$\mu = 8,97295$$

$$t_{med} = e^{\mu} \quad (2)$$

$$t_{med} = 7886,814$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\ln t_i - \mu)^2}{n}} \quad (3)$$

$$s = 1,522$$

### 4) Mean Time Between Failure ( MTBF)

*Mean Time Between Failure* (MTBF) yaitu nilai rata-rata dari selang waktu antar kerusakan atau merupakan jarak rata-rata antar kerusakan.

$$MTBF = \frac{\sum TBF}{N} \quad (4)$$

$$MTBF = 25450,9 \text{ menit} = 17,67 \text{ hari}$$

### 5) Mean time to Repaire (MTTR)

Merupakan waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk reparasi.

$$\mu = \sum_{i=1}^n \ln t_i \quad (5)$$

$$\mu = 5,283$$

$$t_{med} = e^{\mu} \quad (6)$$

$$t_{med} = e^{5,283} = 197,036$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\ln t_i - \mu)^2}{n}} \quad (7)$$

$$s^2 = 0,74279$$

$$MTTR = t_{med} e^{\frac{s^2}{2}} \quad (8)$$

$$MTTR = 259,496 \text{ menit} \Rightarrow 4,3 \text{ Jam}$$

### 6) Availabilitas Mesin

$$A_{inh} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \quad (9)$$

$$A_{inh} = \frac{25450,9}{25450,9 + 259,496} = 0,989$$

Dapat diketahui nilai availabilitas mesin C yaitu 0,989 atau 98,9%. Artinya mesin memiliki kemampuan untuk menjalankan fungsinya sebesar 98,9 %.

### Fungsi Distribusi

Suatu proses kerusakan digambarkan oleh variabel acak  $T$  (*time to failure*), yang dikelompokkan secara unik melalui empat fungsi, yaitu (Ebeling, p23-34)

Berdasarkan pola distribusi dan parameter yang di dapat yaitu ditribusi lognormal, maka dapat ditentukan persamaan dan grafik fungsi konsep *Reliabilitas* dari komponen-komponen tersebut diuraikan sebagai berikut:

#### 1) Penentuan fungsi kepadatan $f(t)$

$$f(t) = \frac{1}{s \cdot t \sqrt{2\pi}} \exp\left\{-\frac{1}{2s^2} \ln\left(\frac{t}{t_{med}}\right)^2\right\} \quad (10)$$

$$f(1) = 1,247 \times 10^{-6}$$

$$f(2) = 1,224 \times 10^{-6}$$

Dan seterusnya sampai  $f(20)$

#### 2) Fungsi distribusi kumulatif $F(t)$

$$F(t) = \phi\left(\frac{1}{s} \ln \frac{t}{t_{med}}\right) \quad (11)$$

$$F(1) = -0,414$$

$$F(2) = -0,407$$

Dan seterusnya sampai  $F(20)$

#### 3) Fungsi keandalan $R(t)$

$$R(t) = 1 - \phi\left(\frac{1}{s} \ln \frac{t}{t_{med}}\right) \quad (12)$$

$$R(1) = 1,414$$

$$R(2) = 1,407$$

Dan seterusnya sampai  $R(20)$

#### 4) Fungsi laju kerusakan $\lambda(t)$

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{1 - \phi\left(\frac{1}{s} \ln \frac{t}{t_{med}}\right)} \quad (13)$$

$$\lambda(1) = 8,819 \times 10^{-7}$$

$$\lambda(2) = 8,695 \times 10^{-7}$$

Dan seterusnya sampai  $\lambda(20)$

**RCM II Decision Worksheet**

Setelah di ketahui kegagalan pada mesin dapat dilihat di tabel 4. maka selanjutnya akan direncanakan perawatan menggunakan *RCM II Decision Worksheet*, yaitu merupakan dokumen lembar kerja kedua dalam pengerjaan RCM. Dalam membantu proses pengambilan keputusan, RCM menggunakan dua dokumen utama, yakni lembar informasi RCM dan lembar keputusan RCM

1) *Information Worksheet*

*Information Worksheet* atau lembar informasi RCM merupakan dokumen yang berisi informasi rinci tentang fungsi dan kinerja standar, kegagalan fungsional, model kegagalan, dan dampak kegagalan.

**Tabel 7. Information Worksheet**

RCM II INFORMATION WORKSHEET COMPRESSOR UNIT CPT.XYZ		COMPRESSOR UNIT C			Compressor Unit C	Facilitator:	Date:
		UNIT C			Auditor:	Mekanik dan Elektrik	Date:
FUNCTION		FUNCTIONAL FAILURE	FAILURE MODE	FAILURE EFFECT			
		(Loss of Function)	(Cause of Failure)	What happens when it fails			
1	Sebagai bantalan poros putar shaft pompa	A Bearing miss Aligment dan aus	1	Vibrasi Tinggi dan reaksi panas	Compressor Stop		
2	Untuk mencegah terjadinya kebocoran oli gear pompa	A Paking air condensat sobek	1	Umur material	Compressor Stop		
3	Untuk mentrasfer aliran listrik ke mesin dan merubah kecepatan motor	A Contactor terbakar	1	Reaksi Panas dan adanya kotoran	Compressor Stop		
		B Contactor LP Stage Trip	1	Reaksi Panas dan adanya kotoran	Compressor Stop		
4	untuk membuka tutup valve control hidrolik dan pneumatik secara otomatis	A Solenoid valve bocor	1	Umur material dan reaksi panas	Tidak berfungsinya valve oli otomatis		
		B Solenoid Valve Terbakar	1	Lilitan tembaga terbakar	Tidak berfungsinya valve oli otomatis		
5	Untuk perapat sambungan dan mencegah terjadinya kebocoran oli gear pompa	A Paking oil box sobek	1	umur material	Mesin panas dan compressor Stop		
6	Untuk perapat sambungan dari line satu ke line lainnya	A Pipa oil box bocor	1	High pressure oil	Mesin panas dan compressor Stop		
7	Untuk bantalan putar poros shaft motor	A Bearing Motor miss Aligment dan aus	1	Miss aligment	Compressor Stop		
8	Untuk merubah naik dan turunnya tegangan pada motor	A Lilitan tembaga motor terbakar	1	Umur material dan rekasi panas	Compressor Stop		
9	Untuk menghubungkan 2 shaft guna menyalurkan suatu gerak	A Karet coupling sobek	1	Umur material dan vibrasi tinggi	Hub Coupling putus		

2) *Decision Worksheet*

*Decision Worksheet* atau lembar keputusan RCM digunakan untuk menentukan keputusan akhir tentang kegiatan *maintenance* yang harus dilakukan untuk tiap kegagalan. Pada kolom *Information Reference* mengacu pada informasi yang diperoleh dari FMEA atau *RCM II Information Worksheet*, kolom *Consequence Evaluation* merupakan konsekuensi yang ditimbulkan karena terjadinya

kegagalan fungsi, *Proactive task & Default Action* merupakan tindakan atau kondisi yang diambil dalam mencegah terjadinya *failure mode*, *Proposed Task* yaitu kolom yang digunakan untuk mencatat tindakan yang dilakukan sebelum terjadinya kegagalan, *Initial Interval* digunakan untuk mencatat interval perawatan yang optimal, *Can be done by* dipakai untuk mencatat data siapa yang diberikan wewenang dalam melaksanakan aktifitas perawatan tersebut.

**Tabel 8. Decision Worksheet**

RCM II DECISION WORKSHEET	COMPRESSOR UNIT C														Unit or Item No:	Facilitator	Date:	Sheet No:
	Information reference	Consequence evaluation						Default action				Proposed Task	Initial interval	Can be done by	Unit or Component No:	Auditor:	Date:	of
F		FF	FM	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4				H5	S4		
1	A	1	Y	N	Y	Y	Y								Scheduled on condition task Melakukan Pengontrolan Kondisi Mesin, dan pelumasan oli	Setiap Beroperasinya Mesin	Teknisi Mekanik	
2	A	1	Y	N	Y	Y	Y								Scheduled on condition task Melakukan Inspeksi rutin kondisi pompa apa ada kebocoran	Setiap Beroperasinya Mesin	Teknisi Mekanik dan Operator	
3	A	1	Y	N	Y	Y	Y								Scheduled on condition task Melakukan Inspeksi rutin	2 Minggu	Teknisi Elektrik	
															Scheduled on condition task Melakukan Inspeksi rutin	2 Minggu	Teknisi Elektrik	
4	A	1	Y	N	Y	Y	Y								Scheduled on condition task Melakukan inspeksi rutin	2 Minggu	Teknisi Elektrik	
															Scheduled on condition task Melakukan inspeksi rutin	2 Minggu	Teknisi Elektrik	
5	A	1	Y	N	Y	Y	Y								Scheduled on condition task Pengecekan rutin kebocoran oli	Setiap Beroperasinya Mesin	Teknisi Mekanik dan Operator	
															Scheduled on condition task Pengecekan rutin kebocoran oli	Setiap Beroperasinya Mesin	Teknisi Mekanik dan Operator	
6	A	1	Y	N	Y	Y	Y								Scheduled on condition task Melakukan Pengontrolan Kondisi vibrasi motor dan pelumasan greas	Setiap Beroperasinya Mesin	Teknisi Mekanik dan Elektrik	
															Scheduled on condition task Melakukan Pengontrolan Kondisi vibrasi motor dan pelumasan greas	Setiap Beroperasinya Mesin	Teknisi Mekanik dan Elektrik	
7	A	1	Y	N	Y	Y	Y								Scheduled on condition task Melakukan Pengontrolan bunyi pada motor dan bau	Setiap Beroperasinya Mesin	Teknisi Elektrik dan Mekanik	
															Scheduled on condition task Melakukan Pengontrolan bunyi pada motor dan bau	Setiap Beroperasinya Mesin	Teknisi Elektrik dan Mekanik	
8	A	1	Y	N	Y	Y	Y								Scheduled on condition task Melakukan inspeksi rutin	2 Minggu	Teknisi Mekanik	
															Scheduled on condition task Melakukan inspeksi rutin	2 Minggu	Teknisi Mekanik	

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka didapatkan kesimpulan yaitu komponen kritis mesin *compressor* unit C yaitu pompa LP & HP sedangkan sub komponen kritis *compressor* unit C yaitu bearing pompa LP & HP yang diakibatkan terjadinya miss alignment atau aus dengan Tingkat availabilitas atau ketersediaan mesin *compressor unit C* selama periode Januari sampai Desember 2013 yaitu 0,989 atau 98,9 % dan Usulan perbaikan program perawatan untuk meminimasi kegagalan berdasarkan RCM II *decision work sheet* yang menyebabkan *downtime* mesin *compressor* unit C pada komponen kritis pompa LP & HP diperoleh *Schedule On Condition Task* sebagai tindakan perawatannya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Dian, M, S. 2011. Pendekatan Reliability Centered Maintenance (RCM) Untuk Merencanakan Kegiatan Perawatan Mesin di PT. Smart Tbk, *Skripsi*. Jurusan Teknik Industri, Universitas Sumatra Utara, Medan.
- Difana, M. 2008. Analisis Reliability Centered Maintenance dan Reliability Centered Spares (RCS) Pada Unit Rawmill Pabrik Indarung IV PT Semen Padang, *Skripsi*. Jurusan Teknik Industri. Universitas Andalas, Padang.
- Dyah, I.R. 2012. Perencanaan Kegiatan Maintenance Pada Sistem Pipe Making Line Dengan Pendekatan Reliability Centered Maintenance II (Studi Kasus PT.Indonesia Steel Tube Works Semarang), *Skripsi*. Jurusan Teknik Industri, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Ebelling, C.E.1997. *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*, New York: The Mc. Graw Hill Companier Inc.
- Jeffrynardo, P. 2013. Implementasi Studi Preventive Maintenance Fasilitas Produksi Dengan Metode Reliability Centered Maintenance Pada PT. XYZ. *Skripsi*. Jurusan Teknik Industri, Universitas Sumatra Utara, Medan.
- Moubray, John. 1997. *Reliability Centered Maintenance II 2nd Edition*. Butterworth, Heineman, Oxford.
- Muhammad, S. 2013. Evaluasi Manajemen Perawatan Mesin Dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance Pada PT.Z, *Skripsi*. Jurusan Teknik Industri, Universitas Malikussaleh, Aceh.
- Novira, E. 2010. Perencanaan Pemeliharaan Papan Machine Dengan Basis RCM (Reliability Centered Maintenance) di PT.PDM Indonesia. *Skripsi*. Jurusan Teknik Industri, Universitas Sumatra Utara, Medan.

Rio, P,L. 2013. Analisis Penerapan Metode RCM dan MVSM Untuk Meningkatkan Keandalan Pada Sistem Maintenance (Studi Kasus PG.X), *Skripsi*. Jurusan Teknik Mesin, Universitas UB, Malang.

Wibert, 2013. Penerapan Preventive Maintenance Dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance Dengan Mengaplikasikan Grey FMEA Pada PT. WXY. *Skripsi*. Jurusan Teknik Industri, Universitas Sumatra Utara, Medan.

Veronica, 2013. Reliability Centered Maintenance Menggunakan Pendekatan Fuzzy Logic. *Skripsi*. Jurusan Teknik Industri, Universitas Sumatra Utara, Medan.

